

ANÁLISIS DE LA PREVALENCIA DE NEUROMITOS
EN EDUCACIÓN
ANALYSIS OF PREVALENCE OF NEUROMYTHS
IN EDUCATION

MARÍA ESMERALDA SÁNCHEZ-NAVARRO

RESUMEN

En 1980, Alan Crockard fue el primero en usar el término neuromito, haciendo referencia a las ideas no científicas sobre el cerebro. Fue hasta 2002 cuando la OCDE señalaría que los neuromitos son concepciones erróneas de hechos científicos sobre el cerebro y que tienen relación con el aprendizaje; en 2007 describe los principales neuromitos en educación. Los neuromitos son afirmaciones erróneas, historias populares sobre el funcionamiento del cerebro en el aprendizaje. En este artículo se planteó el desarrollo teórico del concepto de neuromitos, así como el análisis de los principales neuromitos en educación, y se finaliza con una discusión sobre los principales hallazgos de las investigaciones. Los resultados son consistentes: tanto los profesores en formación inicial como en servicio son altamente susceptibles a la creencia y prevalencia de neuromitos a nivel internacional; los profesores de América Latina son los que mayores errores cometen al identificarlos.

Palabras clave: neuromitos, prevalencia, educación, profesores.

ABSTRACT

In 1980 Alan Crockard was the first to use the term neuromyth, referring to non-scientific ideas about the brain. It was not until 2002 that the OECD pointed out that neuromyths are erroneous conceptions of scientific facts about the brain and that they are related to learning, and in 2007 it described the main neuromyths in education. Neuromyths are erroneous statements, popular stories about how the brain works in learning. This article presents the theoretical development of the concept of neuromyths, as well as the analysis of the main neuromyths in education, and ends with a discussion of the main research findings. The results are consistent: both teachers in initial training and in-service are highly susceptible to the belief and prevalence of neuromyths at an international level, with Latin American teachers being the ones who have the greatest errors when identifying them.

Keywords: neuromyths, prevalence, education, teachers.

INTRODUCCIÓN

El siglo XXI ha estado profundamente marcado por los avances científicos-tecnológicos que han permitido un descomunal desarrollo y la diseminación del conocimiento científico (Moodie, 2016). Cuanto más avanza la ciencia, queda más clara la naturaleza provisional del conocimiento (Gilovich, 1991); sin embargo, aun con el notable acceso actual al conocimiento científico, parece que la mayor parte de las personas cuestionan poco la veracidad de lo que conocen y es común que cimienten su conocimiento en mitos, algunas veces producto irresistible de su experiencia y de sus conclusiones más sensatas (Gilovich, 1991).

La Real Academia Española (RAE) define *mito* como una persona o cosa a la que se atribuyen cualidades o excelencia que no tiene; cuando una persona cree que un mito es verdadero, se crea un *sofisma* (*misconception*), es decir, una razón o argumento falso con apariencia de verdad. El estudio de los mitos y sofismas, es decir, el análisis de las ideas populares

pero incorrectas y persistentes, ha sido un tema de investigación recurrente en la Psicología desde la década de 1970, la cual se refiere a estos específicamente como conceptos psicológicos erróneos (o *misconceptions*) (Best, 1982; Brown, 1983, 1984; Gardner y Dalsing, 1986; Bensley et al., 2014). Los principales hallazgos en este campo muestran que, a menudo, los estudiantes universitarios de Psicología tienen demasiada confianza en su creencia en los conceptos erróneos, especialmente aquellos que carecen de conocimiento preciso (Bensley et al., 2015).

En el campo de la educación, específicamente en el área de las neurociencias, fue hasta principios del siglo XXI cuando iniciaron las investigaciones relacionadas con los mitos y sofismas en profesores en formación inicial y en servicio, denominados neuromitos (*neuromyths*), entendidos como una concepción errónea de hechos establecidos científicamente (OCDE, 2002) y que surgen de «aquellas historias populares sobre el funcionamiento del cerebro, que a menudo aparecen dentro de las llamadas aplicaciones educativas basadas en el cerebro» (Geake, 2008, p. 123). Los neuromitos han recibido mucha atención en la literatura especializada (Ferrero et al., 2016) y se han realizado vastas investigaciones sobre su prevalencia a nivel internacional.

CONCEPTUALIZACIÓN TEÓRICA DE LOS NEUROMITOS

El primer uso del término neuromito ha sido atribuido al neurocirujano Alan Crockard, quien lo utilizó en la década de 1980 para referirse a las ideas no científicas sobre el cerebro en la cultura médica (Howard-Jones, 2014). Posteriormente, en 2002, la Organización de Cooperación Económica y Desarrollo (OCDE), en colaboración con el Centro de Investigación e Innovación Educativa (CERI, por sus siglas en inglés), en el texto denominado *Comprender el cerebro: hacia una nueva ciencia del aprendizaje*, señalaron que un neuromito surge como una concepción errónea de hechos establecidos científicamente (OCDE, 2002). Sería en el año 2007, en el texto *Comprensión del cerebro: el nacimiento de una ciencia del aprendizaje*, que la

misma OCDE haría la descripción teórica de los principales neuromitos propagados en la educación (OCDE, 2007).

Así pues, los neuromitos son afirmaciones erróneas generadas por un malentendido, una lectura o una cita equivocada de hechos establecidos científicamente sobre la mente y el funcionamiento cerebral (Dekker et al., 2012; Pasquinelli, 2012; OCDE, 2002, 2007) y se definen como «conceptos erróneos sobre el cerebro que florecen cuando las condiciones culturales los protegen del escrutinio. Su forma está influenciada por una variedad de sesgos en la forma en que pensamos sobre el cerebro» (Howard-Jones, 2014, p. 6) y cumplen con cuatro características principales:

- Son *distorsiones de hechos científicos*, es decir, se derivan de simplificaciones indebidas de resultados científicos;
- Son producto de *hipótesis científicas* que se han mantenido por cierto tiempo y que luego se han abandonado debido a la aparición de nuevas pruebas;
- Crecen a partir de las «malas interpretaciones de los resultados experimentales»; y
- Tienden a sobrevivir a la circulación de la información correcta y a inflarse mediante comunicados de prensa sensacionalistas (Pasquinelli, 2012, p. 90).

En general, los neuromitos comparten orígenes similares. Casi siempre se basan en algún elemento de la ciencia, por lo que identificarlos y refutarlos se convierte en una tarea difícil. Debido a que se van construyendo mediante malentendidos, información incompleta, datos exagerados o extrapolados más allá de la evidencia científica (OCDE, 2007), la falta de conocimiento del tema o el difícil acceso a los hallazgos científicos son condiciones que favorecen su propagación, protegiéndolos del escrutinio (Howard-Jones, 2014). La aparición de los neuromitos puede ser intencional o no –aunque algunos nacen accidentalmente–, sin embargo la mayoría son dispersados con fines mercantiles (OCDE, 2007), por lo que solo alimentan la tendencia a ofrecer información irrelevante y sensacionalismo (Pasquinelli, 2012).

McDonald et al. (2017) señalan cinco factores que contribuyen a la aparición y proliferación de los neuromitos:

- Diferencias en los antecedentes de capacitación y vocabulario profesional de la educación y la neurociencia;
- Diferentes niveles de investigación abarcados por la ciencia básica y preguntas sobre las neuronas individuales para la evaluación de políticas educativas a gran escala;
- Inaccesibilidad de la investigación empírica detrás de los muros de pago que fomentan una mayor dependencia de informes de los medios en lugar de la investigación original;
- La falta de profesionales y organizaciones profesionales capacitadas para cerrar la brecha disciplinaria entre la educación y la neurociencia («NeuroEducación: cuáles son los Neuromitos que hay que disipar»); y
- El atractivo de explicaciones que aparentemente se basan en evidencia neurocientífica, independientemente de su legitimidad.

Impresionantemente, los neuromitos sobreviven a las actualizaciones, a la ausencia de evidencia y a la inconsistencia del conocimiento (Pasquinelli, 2012). Según la OCDE (2007), «Los "mitos" echan raíces y a pesar de que estas creencias pueden haber sido demolidas por la ciencia, demuestran ser obstinadamente persistentes y transmitirse a través de diversos medios a la mente del público» (p. 108). Asimismo, para Pasquinelli (2012), los neuromitos se sustentan en condiciones culturales específicas, como la circulación de información sobre el cerebro y el apetito por las noticias cerebrales, pero tienen sus raíces en ilusiones y sesgos cognitivos.

PRINCIPALES NEUROMITOS EN EDUCACIÓN

En los textos De Bruyckere et al. (2015, 2019) y Holmes (2016) se muestra que existe una amplia variedad de creencias erróneas propagadas en educación y los neuromitos son parte de ellas. A continuación, se detallan los principales neuromitos en educación que han sido ampliamente analizados:

1. Somos multitareas

Con regularidad los profesores se preguntan si los estudiantes son capaces de realizar dos o más tareas a la vez, por ejemplo: estudiar para un examen mientras se está jugando un videojuego. El concepto de «multitarea» se define como la capacidad de realizar dos o más cosas que requieren pensar simultáneamente (De Bruyckere et al., 2015), pero ¿qué tan cierto es este mito popular?

Estamos tentados a creer que las personas pueden realizar dos o más tareas a la vez, por ejemplo, al conducir se realizan varias tareas a la vez: girar, mirar el retrovisor, frenar, etcétera. Sin embargo, solo bajo circunstancias especiales las personas tienen tanta experiencia en realizar una tarea que la han automatizado completamente y pueden llevar a cabo los múltiples procesos que esta conlleva. Dado que los procesos se automatizan, no requieren de un procesamiento de la información: por ejemplo, caminar y hablar al mismo tiempo es algo que la mayoría de las personas pueden hacer, pero incluso en esta sencilla combinación de tareas los accidentes pueden ocurrir, sobre todo cuando la conversación se vuelve fascinante o cuando estamos en un entorno novedoso. Queda claro que las personas no son capaces de tener dos pensamientos diferentes al mismo tiempo; en ese caso cambian la tarea, lo que significa que dividen su atención en diferentes tareas cognitivas, y dado que los cambios son cortos, pueden parecer simultáneos, pero no lo son (De Bruyckere et al., 2015).

El cerebro tiene estrictas restricciones sobre la cantidad de procesos cognitivos que puede procesar, lo cual se denomina «cuello de botella cognitivo», cuya existencia a nivel neuronal ha sido demostrada por un equipo de investigadores dirigido por Michael Tombu (como se cita en De Bruyckere et al., 2015). Estos hallazgos implican que ejecutar diferentes tareas cognitivas al mismo tiempo es mucho más difícil de lo que podríamos esperar, pues para ello se necesita casi el doble de tiempo. Con referencia al aprendizaje, se puede señalar incluso que aunque los estudiantes aprendan a ser multitareas les será más difícil usar lo que han aprendido, porque es más difícil para su memoria recordarlo (De Bruyckere et al., 2015).

Ahora bien, ¿nadie es realmente capaz de realizar múltiples tareas? Puede haber evidencia de la existencia de personas que tienen la capacidad de

realizar múltiples tareas de manera efectiva. El estudio de Watson y Strayer (2010) concluyó que de una población de doscientas personas solo cinco pudieron realizar diferentes tareas al mismo tiempo sin ninguna notable pérdida de calidad, aunque se puede sospechar que esas personas cambian rápidamente de una tarea a la otra. Puede que a menudo las personas o los estudiantes hagan cosas diferentes al mismo tiempo, pero ¿es esto realmente positivo? La ejecución de dos o más tareas al mismo tiempo conduce a una pérdida de concentración y a un peor rendimiento en la realización de las tareas porque se necesitan períodos más largos de estudio. Realmente muy pocas personas pueden realizar dos o más tareas de manera simultánea con efectividad (De Bruyckere et al., 2015).

2. Las personas solo hacen uso del 10% de su cerebro

A menudo escuchamos que los seres humanos solo usamos el 10% del cerebro, pero ¿de dónde proviene este neuromito? Existen dos hipótesis de su aparición. Por un lado, se cree que fue impulsado en 1920 por Albert Einstein durante una entrevista en la que bromeó con que solo usaba el 10% de su cerebro (Geake, 2008; OCDE, 2007), y por otro, que su origen se debe a que el cerebro está formado por diez células gliales para cada neurona; no obstante, las células gliales tienen un rol nutricional y apoyan a las células nerviosas, pero no transmiten ninguna información (OCDE, 2007).

Sin conocer acertadamente su origen, sorprendentemente este neuromito se desarrolló aún más durante la Segunda Guerra Mundial, cuando algunos anunciantes estadounidenses reinventaron la cifra del 10% con el fin de convencer a los clientes que no eran muy inteligentes. Para finales del siglo xx esto fue adoptado de manera entusiasta por los profesores ilusionados (Geake, 2008), tendencia que continúa hasta la época actual.

Actualmente existe evidencia abrumadora de que el cerebro está constantemente ocupado, e incluso cuando alguna de las células cerebrales no está involucrada en el procesamiento de algún tipo de información esta dispara al azar. El cerebro es un órgano que ha evolucionado por no saber qué sucederá a continuación, mantiene una actividad constante, un estado de preparación, por lo que este neuromito no podría ser más erróneo (Geake, 2008).

Los hallazgos de la neurociencia muestran que el cerebro está 100 % activo, no hay áreas del cerebro completamente inactivas incluso durante el sueño; de ser así, indicaría un trastorno funcional grave (OCDE, 2007). Del mismo modo, la pérdida de mucho menos del 90 % del tejido cerebral conduce a graves consecuencias, ya que ninguna región del cerebro puede dañarse sin causar defectos físicos o mentales. Los casos de personas que han vivido con una bala alojada en el cerebro o un trauma similar no indican «áreas inútiles en el cerebro»; al contrario, su recuperación ha demostrado la extraordinaria capacidad de plasticidad del cerebro, pues si las neuronas han podido reemplazar a las que fueron destruidas significa que el cerebro se reconfigura para superar el defecto (OCDE, 2007).

El neurocientífico Barry Beyerstein (1999, como se cita en De Bruyckere et al., 2015) muestra cinco argumentos para refutar este mito basado en conceptos del cerebro: *daño, evolución, escaneos cerebrales, áreas funcionales y degeneración*:

- *Daño cerebral.* El efecto de daño cerebral sería mucho menos dramático si las personas solo estuvieran usando el 10 % de la capacidad cerebral. Desafortunadamente, lo contrario es cierto: casi no hay parte del cerebro que pueda sufrir daños sin al menos alguna pérdida de su función; de hecho, las partes más pequeñas pueden tener consecuencias devastadoras. Con la terapia adecuada, las víctimas de daño cerebral pueden compensar la pérdida de alguna función a través de la plasticidad cerebral.
- *Evolución.* Nuestros cerebros usan mucha energía en términos de nutrición y oxígeno. A pesar de solo representar el 2 % del peso corporal, su consumo de energía es del 20 % del oxígeno disponible en la sangre. Si solo usáramos el 10 % significaría que las criaturas con un cerebro pequeño tendrían una ventaja evolutiva. En estas circunstancias valdría la pena preguntar si alguna vez habríamos sobrevivido tanto tiempo con un cerebro tan grande.
- *Escaneos cerebrales.* Las nuevas tecnologías como la tomografía por emisión de positrones (PET) y la resonancia magnética funcional (fMRI) permiten ver la actividad del cerebro a detalle. Estos escaneos dejan en claro que siempre hay actividad neuronal en todo el cerebro, aun cuando las personas duermen.

Por el contrario, cuando no la hay, significa que hay muerte cerebral, la cual, por cierto, no debe confundirse con el estado vegetativo.

- *Áreas funcionales.* El cuerpo humano contiene restos de partes del cuerpo que evolucionaron pero que ya no se necesitan para vivir, por ejemplo, las muelas del juicio. A partir de ahí, puede surgir la pregunta de si el cerebro tiene partes evolutivamente desactualizadas. Muchos años de investigación han enseñado que este no es el caso. El cerebro está compuesto de diferentes áreas, con diferentes funciones que trabajan todas juntas. No se conoce ninguna parte del cerebro que no tenga una función específica.
- *Degeneración.* Imagine que nuestro cerebro contiene muchas células que nunca usamos. Estas desaparecerían gradualmente, ya que esto es lo que pasa automáticamente con las células que no tienen una función útil, se degeneran y mueren. En este caso, la mayor parte del cerebro humano ya habría desaparecido antes de morir. El cerebro es muy flexible en la forma en que permite que las células mueran. Este proceso se denomina poda sináptica y constituye la base para el desarrollo del cerebro.

3. La mitad izquierda del cerebro es analítica y la mitad derecha es creativa

El surgimiento de este mito se debe a una mala interpretación y a una errónea aplicación de los estudios de laboratorio acerca de la lateralidad, en los cuales se producen los llamados «pensamiento del cerebro izquierdo y derecho» (Geake, 2008, p. 128), separando de manera aislada los dos hemisferios cerebrales. La idea de que el lado izquierdo del cerebro es más «racional» y el lado derecho más «creativo» apareció por primera vez en varios libros populares en la segunda mitad del siglo xx; a partir de ahí, la idea lentamente se afianzó en educación (De Bruyckere et al., 2015).

Por un lado, se ha dicho que el cerebro izquierdo es la sede del pensamiento racional e intelectual, del análisis y del lenguaje. Se encarga de procesar información numérica deductivamente; analizar, distinguir y estructurar las partes del todo, organizando linealmente los datos. El hemisferio izquierdo es el mejor equipado para las tareas relacionadas con el lenguaje

(escritura y lectura), el álgebra, la resolución de problemas matemáticos y operaciones racionales; por lo tanto, se cree que las personas con pensamiento del cerebro izquierdo son racionales, intelectuales, lógicas y tienen un buen sentido analítico, y que por lo regular se desarrollan profesionalmente como matemáticos, ingenieros o investigadores (OCDE, 2007).

Por otro lado, el cerebro derecho ha sido designado para la creatividad, la intuición, la emoción, el pensamiento no verbal y el pensamiento sintético, lo que permite realizar representaciones en el espacio. Se encarga de sintetizar, recrear formas tridimensionales, advertir similitudes en vez de diferencias y entender configuraciones complejas; el hemisferio derecho reconoce rostros y percibe espacios, de ahí la creencia de que las personas con pensamiento del cerebro derecho son intuitivas, emocionales, imaginativas y tienen una buena ubicación espacial; asimismo, se asume que tienden a desarrollar profesiones artísticas y creativas (OCDE, 2007).

Para empezar, es necesario subrayar que «los dos hemisferios no son entidades anatómicas y funcionales separadas: las estructuras nerviosas los conectan entre sí (el cuerpo calloso) y muchas neuronas tienen su núcleo celular en un hemisferio y extensiones en el otro» (OCDE, 2007, p.114). Para Geake (2008), existe una asociación dinámica e interactiva entre los dos hemisferios: «parece que el lado izquierdo y derecho de nuestro cerebro no pueden evitar pasar toda información entre ellos» (p.129). Los escáneres cerebrales modernos revelan que los dos lados del cerebro están más estrechamente conectados de lo que se pensaba originalmente, pero la idea básica desarrollada en el siglo XIX –que el lado izquierdo del cerebro dirige el lado derecho del cuerpo y viceversa (algo que se planteó como hipótesis por Hipócrates)– es ampliamente cierta (De Bruyckere et al., 2015).

La OCDE (2007) muestra que, con base en los últimos estudios, los científicos piensan que los hemisferios del cerebro no funcionan por separado, sino que se combinan para todas las tareas cognitivas, incluso si hay asimetrías funcionales. Los hemisferios cerebrales funcionan como un sistema altamente integrado; para la realización de la mayoría de las actividades se requiere que los dos hemisferios trabajen juntos. Esto muestra la invalidez del mito de pensamiento del cerebro izquierdo y derecho. Incluso si se usa como método educativo, «la clasificación de los estudiantes o las culturas

de acuerdo con un hemisferio cerebral dominante es muy dudosa científicamente, potencialmente peligrosa en la sociedad y muy cuestionable éticamente. Por lo tanto, es un mito importante para evitar» (OCDE, 2007, p. 117).

Este mito se generalizó entre los profesores, algunos de los cuales recomendaron a las escuelas cambiar los métodos de enseñanza relacionándolos al hemisferio dominante de los alumnos. Educadores como M. Hunter y E. P. Torrance afirmaron que los programas educativos se realizaron principalmente para alumnos con «pensamiento del cerebro izquierdo» (OCDE, 2007). Por otro lado, también se idearon métodos que buscaban desarrollar los dos hemisferios, incluso enfatizando en el hemisferio derecho. Hoy podría decirse que se ha avanzado en la diversificación de métodos de enseñanza, sin embargo «se basan en interpretaciones científicas erróneas, ya que las dos mitades del cerebro no pueden separarse tan claramente» (OCDE, 2007, p. 117).

4. Puedes entrenar tu cerebro con gimnasia mental y videojuegos

La popularidad de este mito se debe principalmente a que los juegos de entrenamiento cerebral como Brain Gym se han convertido en un negocio importante. En 2012 los ingresos mundiales superaron el billón de dólares, y se espera que vayan en incremento en los próximos años (De Bruyckere et al., 2015). Este mito plantea dudas sobre su eficacia: ¿practicar regularmente con juegos mentales mejora el funcionamiento cognitivo y estos cambios pueden tener un efecto permanente? Varios estudios científicos han intentado averiguarlo, pero los resultados han sido inequívocamente decepcionantes (De Bruyckere et al., 2015).

Ritchie, Chundler y Della (2012), de la Universidad de Edimburgo, realizaron una investigación sobre Brain Gym y revisaron la evidencia relacionada con el entrenamiento cerebral con consolas de Nintendo. Su conclusión muestra que tanto el entrenamiento con Brain Gym —es decir, una serie de ejercicios de movimiento físico diseñados para mejorar tu cerebro— como jugar con videojuegos como Nintendo no son efectivos. Aunado a estos hallazgos, Ritchie et al. (2012) descubrieron que otros poten-

ciadores cerebrales más tradicionales como beber mucha agua (que evita que el cerebro se seque) o usar aceite de hígado de bacalao (rico en Omega-3) también podrían descartarse, puesto que no tienen ningún efecto positivo en el cerebro.

En octubre de 2014, 73 psicólogos, científicos cognitivos y neurocientíficos de diferentes países firmaron una carta abierta en la que expresaban que las empresas que comercializan «juegos mentales» destinados a retrasar o revertir el deterioro de la memoria relacionado con la edad y mejorar otras funciones cognitivas están explotando a los clientes, ya que hacen afirmaciones exageradas y engañosas que no se basan en pruebas científicas sólidas (De Bruyckere et al., 2015).

Toda la investigación en este mito apunta en una dirección: la capacitación puede ayudar a las personas a aprender a aplicar estrategias que mejoren la capacidad de la memoria de trabajo, pero aún no hay evidencia en absoluto de que el entrenamiento cerebral esté dirigido a mejorar las habilidades cognitivas generales como lo haría la inteligencia fluida. La palabra «cerebro» es muy engañosa, pero no espere ser más inteligente simplemente por jugar videojuegos (De Bruyckere et al., 2015).

5. Hay múltiples variedades independientes de inteligencia

En los últimos años, el mundo educativo se ha visto muy atraído por la teoría de las inteligencias múltiples desarrollada por el psicólogo Howard Gardner en 1983. Este mito ha resultado ser muy popular entre los profesores como un argumento de bienvenida contra la educación basada en el cociente de inteligencia (De Bruyckere et al., 2015; Howard-Jones, 2014). Para Gardner (1983) una inteligencia es un potencial biopsicológico para procesar información que puede activarse en un contexto cultural para resolver problemas o crear productos de valor en una cultura, por lo tanto, no es una capacidad de aprender, sino una capacidad de procesar información a través de diferentes inteligencias representadas en diferentes partes del cerebro (De Bruyckere et al., 2015).

Gardner dividió las capacidades cognitivas humanas en ocho tipos de inteligencias (Holmes, 2016; Geake, 2008):

- *Inteligencia lingüística.* La sensibilidad al lenguaje hablado y escrito, la capacidad de aprender idiomas y la capacidad de usar el lenguaje para lograr ciertos objetivos, se demostraron en las habilidades de abogados, oradores, escritores y poetas.
- *Inteligencia lógico-matemática.* La capacidad de analizar problemas lógicamente, llevar a cabo operaciones matemáticas e investigar cuestiones científicamente, demostrado en las habilidades de matemáticos, lógicos y científicos.
- *Inteligencia visual y espacial.* El potencial para reconocer y manipular los patrones de amplio espacio, así como áreas más confinadas, se demostró en las habilidades de navegantes y pilotos, así como de escultores, cirujanos, jugadores de ajedrez, artistas gráficos o arquitectos.
- *Inteligencia musical.* Habilidad en el desempeño, composición y apreciación de patrones musicales, demostrados en las habilidades de compositores, directores e intérpretes musicales.
- *Inteligencia corporal cenestésica.* El potencial de usar todo el cuerpo o partes del cuerpo para resolver problemas se demostró en habilidades de bailarines, actores y atletas, así como de artesanos, cirujanos, científicos de mesa, mecánicos y muchos otros profesionales con orientación técnica.
- *Inteligencia naturalista.* Experiencia en el reconocimiento y clasificación de las numerosas especies de su entorno, demostrado en las habilidades de cazadores, agricultores y aquellos que estudian el mundo natural.
- *Inteligencia interpersonal.* La capacidad de comprender las intenciones, motivaciones y deseos de otras personas y, en consecuencia, de trabajar eficazmente con otros, se demostró en las habilidades de vendedores, maestros, clínicos, líderes religiosos, políticos y actores.
- *Inteligencia intrapersonal.* La capacidad de comprenderse a uno mismo, de tener un modelo de trabajo de uno mismo, incluidos los propios deseos, miedos y capacidades, así como de utilizar dicha información de manera efectiva en regular la propia vida, como se demuestra en aquellos que sobresalen en la introspección.

Roberts y Lipnevich (2012) señalan que el modelo de inteligencias de Gardner no se basa en una evaluación estadística, sino más bien en su visión

subjetiva de cómo se organizan las habilidades humanas. Diversas investigaciones han demostrado que muchas de las habilidades cognitivas que diferencia Gardner están relacionadas entre sí, por lo tanto, no se pueden considerar como inteligencias separadas (Waterhouse, 2006).

La teoría de las inteligencias múltiples es un modelo fácil de comprender porque simplemente divide las inteligencias en contenido específico y busca clasificar a las personas ya sea en inteligencia lingüística, inteligencia lógico-matemática, inteligencia interpersonal, entre otras. Sin embargo, no es posible separar las inteligencias, en primer lugar porque ocupan los mismos lugares del cerebro y, segundo, porque están altamente correlacionadas (Geake, 2008; Waterhouse, 2006).

Howard-Jones (2014) señala que, aunque esta teoría es extraída de una variedad de disciplinas, incluyendo la neurociencia, la complejidad del procesamiento general del cerebro hace improbable que se asemeje a la teoría de las inteligencias múltiples; ni siquiera puede ser usada para describirlo, porque no es preciso ni útil reducir la amplia gama de diferencias individuales complejas de los niveles neuronales y cognitivos a un número limitado de capacidades. Dadas estas aseveraciones, podemos decir que «no hay inteligencias múltiples» (Geake, 2008, p. 126), y que más bien se argumenta que existen múltiples aplicaciones o capacidades cognitivas de la misma inteligencia multifacética.

6. El cerebro de los niños es diferente al de las niñas

Este neuromito se basa en la creencia errónea de que el cerebro del hombre y de la mujer son diferentes. Se puede decir que existe evidencia de la existencia de diferencias funcionales y morfológicas entre el cerebro del hombre y de la mujer: por ejemplo, el cerebro del hombre es más grande, hecho que llevó al famoso neurólogo Pierre-Paul Broca a asumir que los hombres deben ser más inteligentes que las mujeres (una afirmación que fue socialmente aceptable durante los días de Broca en el siglo XIX (De Bruyckere et al. 2015)). Por otro lado, cuando se trata del lenguaje, las áreas relevantes se

activan más fuertemente en el cerebro de las mujeres que en el cerebro masculino (De Bruyckere et al., 2015; OCDE, 2007). Aun así, determinar lo que estas diferencias significan en la práctica es extremadamente difícil (De Bruyckere et al., 2015; OCDE, 2007).

Hasta la fecha, ningún estudio ha mostrado «procesos específicos de género involucrados en la construcción de redes neuronales durante el aprendizaje» (OCDE, 2007, p. 118). No hay evidencia de alguna diferencia significativa entre el funcionamiento del cerebro de los hombres y las mujeres relacionadas con los procesos de aprendizaje; incluso si se estableciera que, en promedio, el cerebro de una niña o, en su caso, de un niño, es menos capaz de aprender matemáticas, ¿sería esto un motivo para proponer una educación especializada en estas diferencias?

Si el objetivo de la educación fuera producir seres humanos intensamente especializados, entonces la pregunta puede al menos considerarse, pero mientras su papel más importante continúe siendo crear ciudadanos con una cultura básica tal pregunta pierde su relevancia para la política educativa (OCDE, 2007).

Tanto los niños como las niñas se desempeñan de manera diferente en las materias escolares, pero estas diferencias observadas en el rendimiento no parecen estar relacionadas con las diferencias cerebrales. Aunque estas existen, también es preciso señalar que también hay similitudes, por lo tanto estas diferencias no deben ser tomadas como un argumento (De Bruyckere et al., 2015).

7. Los bebés se vuelven más listos si escuchan música clásica (sobre todo a Mozart)

En 1993, la revista científica *Nature* publicó que investigadores de la Universidad de California afirmaron que después de escuchar durante solo diez minutos una sonata de piano de Mozart (K448) un grupo de estudiantes universitarios pudo realizar notablemente mejor una serie de pruebas de razonamiento espacial como parte de la escala estándar de inteligencia de

Stanford-Binet. Los investigadores señalaron que el razonamiento espacial de los estudiantes mejoró al escuchar a Mozart y podría haber aumentado su coeficiente intelectual general en 8 o 9 puntos.

Este hallazgo ha ganado una gran popularidad y se ha dado a conocer como el «efecto Mozart» (De Bruyckere et al., 2015), argumento bajo el cual, en 1998, el estado de Florida aprobó un proyecto para guarderías donde se tenía que reproducir música clásica a los niños. También el gobierno de Georgia solicitó 105 000 dólares para la producción y distribución de música clásica para recién nacidos con el objetivo de aumentar las puntuaciones del CI. Demasiado bueno para ser verdad (Pasquinelli, 2012).

Está claro que la investigación en la Universidad de California obtuvo una puntuación alta en confiabilidad, pero las conclusiones reportadas en los medios fueron mucho más allá de lo que los investigadores habían dicho en realidad; además, nunca se afirmó que fuera un efecto duradero (De Bruyckere et al., 2015). Hoy en día el efecto Mozart se ha popularizado y mercantilizado en gran manera, de tal forma que los alumnos escuchan música clásica no solo en las escuelas o mientras estudian, sino que hasta se dice que algunas frutas son producidas bajo el efecto Mozart (Bananas Mozart en Japón) (Pasquinelli, 2012). Hasta la fecha no hay prueba alguna de la veracidad de estas afirmaciones; de hecho, Ivanov y Geake (2003) encontraron que escuchar música de Johann Sebastian Bach demostró ser igual de efectiva, así que quizá la música que personalmente disfrutamos puede ser igual o incluso más efectiva que la de Mozart: al final es solo cuestión de preferencia personal (De Bruyckere et al., 2015).

8. Nuestra memoria registra exactamente lo que experimentamos

Recordar es una parte importante de nuestra vida diaria y de los procesos educativos. Algunas personas olvidan con facilidad muchos sucesos e información, pero hay otras personas que son capaces de recordar con exactitud vivencias de mucho tiempo atrás; no obstante, la memoria de nadie es perfecta. Todo lo que recordamos es porque se registró en la memoria a largo plazo, y es el resultado de la información que hemos procesado en el pasado (De Bruyckere et al., 2015).

¿Qué es exactamente la memoria? En psicología, la memoria es el proceso en el que la información se codifica, almacena y recupera. A través de la codificación, la información del mundo llega a nuestros sentidos; a través del almacenamiento, mantenemos parte de esa información durante períodos de tiempo más largos o más cortos; y a través de la recuperación, localizamos y devolvemos esa información almacenada (De Bruyckere et al., 2015). Atkinson y Shiffrin (1968) distinguen al menos tres tipos de memoria, a saber: la *memoria sensorial*, la *memoria a corto plazo* y la *memoria a largo plazo*. La información de los estímulos del mundo llega a uno o más de nuestros cinco sentidos y la *memoria sensorial* actúa como una especie de amortiguador de estos, que se retienen de forma precisa, pero muy breve: solo se registra lo que se atiende. La *memoria a corto plazo* actúa como una especie de bloc de notas para recordar temporalmente la información que se está procesando en cualquier momento («5-Memoria A Corto y Largo Plazo | PDF | Memoria | Información - Scribd») y la *memoria a largo plazo* es el repositorio de conocimientos y habilidades permanentes que no se utilizan actualmente, pero que se necesitan para permitir la comprensión.

De Bruyckere et al. (2015) señala como regla general que todas las personas recordamos muy pocos detalles de lo que vivimos. Nuestro cerebro almacena solo los elementos más necesarios y simplemente completa los detalles finos cuando necesitamos recordar algo. De esta manera, puede parecer que se recuerde algo completamente, pero gran parte del relleno a menudo no es correcto. Y eso se debe a lo siguiente:

- La memoria es general y borrosa: las imágenes almacenadas en nuestra memoria son menos claras y ricas en información que la percepción real en sí misma.
- La memoria a menudo almacena (es decir, codifica) información perceptiva automática e inconscientemente en una forma verbal general y no como una imagen.
- La memoria llena los vacíos a través de un proceso de reconstrucción que hace uso de piezas de información de otras fuentes, como esquemas preexistentes y otros recuerdos. Interpretamos lo que vemos para que se ajuste a nuestros esquemas y lo mezclamos con otros recuerdos, ya sean personales o indirectos.

- La memoria distorsiona la percepción de manera sistemática de acuerdo con los sesgos sistemáticos.
- La memoria es personal, ya que todos interpretamos los eventos en términos propios de nuestra visión del mundo. Diferentes personas que vean el mismo evento o lean el mismo texto los interpretarán y recordarán de manera diferente.
- La memoria cambia con el tiempo, con volver a contar algo. Cada vez que recordamos un evento una y otra vez, olvidamos detalles de las versiones anteriores y agregamos nuevos detalles a versiones posteriores (De Bruyckere et al., 2015).

Ni profesores ni estudiantes pueden asegurar que tienen una memoria perfecta o que recuerda exactamente lo que vivieron y experimentaron; nuestra memoria guarda un número limitado de detalles de nuestros recuerdos y al contarlos muchas veces les agregamos datos exagerados y falsos para hacerlos más plausibles e interesantes.

MÉTODOS DE LA INVESTIGACIÓN EN PREVALENCIA DE LOS NEUROMITOS

En 2012, Dekker, Howard-Jones y Jolles fueron los pioneros en el análisis de la prevalencia de los neuromitos en educación con una investigación en Inglaterra y los Países Bajos. Para evaluar la prevalencia, diseñaron un cuestionario en línea conformado por 32 declaraciones sobre el cerebro y su influencia en el aprendizaje. Quince de los enunciados eran neuromitos educativos, según los define la OCDE (2007) (ver tabla 1).

Los resultados muestran que el 49% de los profesores creían en neuromitos; no hubo diferencia significativa en la prevalencia global entre los países [$t(240) = 0,408, p = 0,684$]; más del 50% de los profesores creían en 7 de los 15 neuromitos; los más frecuentes fueron:

Tabla 1.

Ítems del instrumento de neuromitos y del cerebro (Dekker et al., 2012).

Enunciados: <i>Itálica=neuromito</i>	C=correcto I=incorrecto
1. Nosotros usamos nuestro cerebro las 24 h del día.	C
2. <i>Los niños deben adquirir su lengua materna antes de aprender una segunda lengua. Si ellos no lo hacen el idioma no será totalmente adquirido.</i>	I
3. Los niños tienen cerebros más grandes que las niñas.	C
4. <i>Si los alumnos no beben cantidades suficientes de agua (= 6-8 vasos al día) sus cerebros se encogen.</i>	I
5. <i>Ha sido científicamente demostrado que los suplementos de ácidos grasos (omega-3 y omega-6) tienen un efecto positivo en el rendimiento académico.</i>	I
6. Cuando una región del cerebro se daña otras partes del cerebro pueden tomar esa su función.	C
7. <i>Sólo utilizamos el 10% de nuestro cerebro.</i>	I
8. El hemisferio izquierdo y derecho del cerebro siempre trabajan juntos.	C
9. <i>Las diferencias en la dominancia hemisférica (cerebro izquierdo, cerebro derecho) pueden ayudar a explicar las diferencias individuales entre los alumnos.</i>	I
10. Los cerebros de los niños y niñas se desarrollan a la misma velocidad.	I
11. El desarrollo del cerebro tiene determinado el tiempo que los niños llegan a la escuela secundaria.	I
12. <i>Hay períodos críticos en la infancia después de los cuales ciertas cosas ya no pueden ser aprendidas.</i>	I
13. La información se almacena en el cerebro en una red de células distribuidas por todo el cerebro.	C
14. El aprendizaje no es el resultado de la adición de nuevas células en el cerebro.	C
15. <i>Las personas aprenden mejor cuando reciben información en su estilo de aprendizaje preferido (por ejemplo, auditiva, visual, cinestésico). (“Neuromitos en educación – el periódico”)</i>	I
16. El aprendizaje se produce a través de la modificación de las conexiones neuronales del cerebro.	C
17. El logro académico puede verse afectado por saltarse el desayuno.	C
18. El desarrollo normal del cerebro humano implica el nacimiento y muerte de las células cerebrales.	C
19. La capacidad mental es hereditaria y no puede ser cambiada por el medio ambiente o la experiencia.	I

20. El ejercicio vigoroso puede mejorar la función mental.	C
21. <i>Ambientes ricos en estímulos mejoran el cerebro de los niños en edad preescolar.</i>	I
22. <i>Los niños son menos atentos después de consumir bebidas y / o alimentos azucarados.</i>	I
23. Los ritmos circadianos (“cuerpo-reloj”) de turno durante la adolescencia, causan que los alumnos estén cansados durante las primeras lecciones del día escolar.	C
24. <i>El consumo frecuente de bebidas con cafeína reduce el estado de alerta.</i>	C
25. <i>Los ejercicios que ensayan la coordinación de las habilidades motoras en la percepción pueden mejorar las habilidades de alfabetización.</i>	I
26. <i>Ensayo extendido de algunos procesos mentales pueden cambiar la forma y la estructura de algunas partes del cerebro.</i>	C
27. <i>Aprendices individuales muestran preferencias por el modo en el que reciben información (por ejemplo, visual, auditiva, cinestésica).</i>	C
28. <i>Problemas de aprendizaje asociados a las diferencias de desarrollo en la función cerebral no pueden ser remediados por la educación (“Influencia de los neuromitos en el entorno educativo”)</i>	I
29. La producción de nuevas conexiones en el cerebro puede continuar en la edad avanzada. (“Tarea Cuya Consigna Era Enviarla Al Correo, Pero Igual Lo Dejo ... - Scribd”)	C
30. <i>Sesiones cortas de ejercicios de coordinación pueden mejorar la integración de la función cerebral del hemisferio izquierdo y derecho (“2. MARCO TEÓRICO - Redalyc”)</i>	I
31. Hay períodos sensibles en la infancia cuando es más fácil aprender cosas.	C
32. Cuando dormimos, el cerebro se apaga.	I

Nota: Elaboración propia

- Las personas aprenden mejor cuando reciben información en su estilo de aprendizaje preferido (por ejemplo, auditiva, visual, cinestésica) («Neuromitos en educación - el periódico»).
- Las diferencias en la dominancia hemisférica (cerebro izquierdo, cerebro derecho) pueden ayudar a explicar las diferencias individuales entre los alumnos; y
- Sesiones cortas de ejercicios de coordinación pueden mejorar la integración de la función cerebral hemisférica izquierda y derecha.

Esta primera investigación fue el punto de partida para que los neuromitos fueran el auge de una gran variedad análisis posteriores en diferentes países como Portugal (Rodrigues et al., 2013), China (Zhang et al., 2019; Pei et al., 2014), Suiza (Tardif et al., 2015), Turquía (Dündar y Gündüz, 2016; Karakus et al., 2015), Argentina (Hermida et al., 2016), España (Ferrero et al., 2016), Grecia (Papadatou-Pastou y Vlachos, 2017), Estados Unidos (Macdonald et al., 2017), Chile (Maureira et al., 2021; Barraza y Lieva, 2018; Varas-Genestier y Ferreira, 2017), Alemania (Düvel et al., 2017), Ecuador (Torres y Alvarado, 2018), Hawái (Ruhaak y Cook, 2018), Canadá (Blanchette et al., 2019), Marruecos (Idrissi et al., 2020), Cuba (Jiménez y Calzadilla-Pérez, 2021) y Trinidad y Tobago (Bissessar y Youssef, 2021).

En trece de las investigaciones antes señaladas fue utilizado el cuestionario diseñado por Dekker et al. (2012) (ver tabla 1). Los hallazgos principales muestran que, a pesar de tener culturas muy disímiles, increíblemente los profesores en formación inicial y en servicio de Inglaterra y los Países Bajos mantienen por igual altos niveles de creencia en varios neuromitos (Howard-Jones, 2014).

INVESTIGACIÓN EN PREVALENCIA DE NEUROMITOS: AMÉRICA LATINA

En 2015, Gleichgerrcht et al. (2015) desarrollaron la investigación «Neuromitos educativos entre profesores en América Latina» con profesores de Argentina, Perú, Chile y, en menor representación, de México, Nicaragua, Colombia y Uruguay. El objetivo fue evaluar la creencia de los neuromitos en profesores latinoamericanos aplicando el cuestionario de Dekker et al. (2012) (ver tabla 1). La muestra fue conformada por 3451 profesores de América Latina, distribuidos de la siguiente manera: 2222 (64.3 %) de Perú, 598 (17.3 %) de Chile, 551 (16 %) de Argentina y 80 (2.3 %) de México, Nicaragua, Colombia y Uruguay.

Los resultados muestran que en promedio los profesores latinoamericanos no identificaron el 50.7 % de los neuromitos y el 11.3 % fue marcado como «no lo sé». Los encuestados muestran la mayor tasa de errores al

identificar los neuromitos en comparación con los resultados de estudios realizados en otros países.

Por otro lado, no se encontraron correlaciones significativas entre el porcentaje de neuromitos identificados y la edad ($r = .03$, $p = .09$, $R^2 < .0001$) y años de experiencia como profesor ($r = .03$, $p = .09$, $R^2 < .0001$). Solo se encontró una pequeña correlación significativa entre las afirmaciones generales sobre el cerebro y la creencia en neuromitos ($r = .21$, $p < .001$, $R^2 = .045$). Gleichgerrcht et al. (2015) muestran que los resultados encontrados en esta investigación plantean el problema del analfabetismo científico de la población de profesores en América Latina. El creciente interés de los profesores en informarse sobre su práctica pedagógica con evidencia científica de la investigación del cerebro evidencia la necesidad de rediseñar los programas de capacitación docente en América Latina para incluir la alfabetización básica en ciencias y una comprensión básica sobre cómo leer literatura científica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio de la prevalencia de los neuromitos trastoca toda la educación y, principalmente, la práctica pedagógica de los profesores desde su formación inicial hasta su profesionalización. Es una problemática preocupante a nivel global, ya que muchos de los neuromitos están directamente relacionados con el desarrollo y el aprendizaje, lo que puede conllevar la perpetuación de conceptos erróneos que podrían ser perjudiciales para los resultados de los estudiantes (Macdonald et al., 2017). Los profesores han sido un blanco fácil de la influencia de estos mitos, lo que ha generado el desperdicio del «dinero, el tiempo y el esfuerzo, lo que podría emplearse mejor en el desarrollo de prácticas basadas en la evidencia» (Dekker et al. 2012, p. 1).

Los hallazgos muestran que el analfabetismo científico de los profesores es una causa a nivel global de la prevalencia de los neuromitos. La alfabetización científica es un elemento importante y necesario en la formación y la práctica pedagógica de los profesores, a fin de lograr el desarrollo de una neurociencia educativa que ayude a impulsar la creación de una verdadera

ciencia del aprendizaje (OCDE, 2007). Por otro lado, es importante señalar que hasta la fecha las investigaciones sobre esta problemática se han divulgado hacia dentro de la neurociencia, lo que ha provocado que los profesores en general tengan poco conocimiento del funcionamiento del cerebro y su relación con el aprendizaje, por lo que se requieren esfuerzos para construir puentes de comunicación entre los hallazgos de los neurocientíficos y las didácticas de los profesores (OCDE, 2007).

REFERENCIAS

- Atkinson, R. C. & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: a proposed system and its control processes. In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.), *The psychology of learning and motivation* (2), 89-195.
- Barraza, P. & Leiva (2018). Neuromitos en educación: prevalencia en docentes chilenos y el rol de los medios de difusión. *Paideia* (63), 17-40.
- Bensley, D. A., Lilienfeld, S. O. & Powell, L. A. (2014). A new measure of psychological misconceptions: relations with academic background, critical thinking, and acceptance of paranormal and pseudoscientific claims. *Learning and Individual Differences*, 36, 9-18. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.07.009>.
- Bensley, D. A., Rainey, C., Lilienfeld, S. O. & Kuehne, S. (2015). What do psychology students know about what they know in psychology? *Scholarship of Teaching and Learning in Psychology*, 1(4).
- Best, J. B. (1982). Misconceptions about psychology among students who perform highly. *Psychological Reports*, 51, 239-244.
- Bissessar, S. & Youssef, F. F. (2021). A cross-sectional study of neuromyths among teachers in a Caribbean nation. *Trends in Neuroscience and Education*, 23, 100155.
- Blanchette Sarrasin, J., Riopel, M. & Masson, S. (2019). Neuromyths and their origin among teachers in Quebec. *Mind, Brain and Education*, 13(2), 100-109.

- Brown, L. T. (1983). Some more misconceptions about psychology among introductory psychology students. *Teaching of Psychology*, 10, 207–210.
- Brown, L. T. (1984). Misconceptions about psychology are not always what they seem. *Teaching of Psychology*, 11, 75–78.
- De Bruyckere, P., Kirschner, P. A. & Hulshof, C. (2019). More urban myths about learning and education: challenging eduquacks, extraordinary claims, and alternative facts. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781351132435>
- De Bruyckere, P., Kirschner, P. A. & Hulshof, C. D. (2015). Urban myths about learning and education. Academic Press.
- Dekker, S., Lee, N. & Jolles, P. J. (2012). Neuromyths in education: Prevalence and predictors of misconceptions among teachers. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00429>.
- Dündar, S. & Gündüz, N. (2016). Misconceptions Regarding the Brain: The Neuromyths of Preservice Teachers. *Mind, Brain and Education*, 10(4), 212-232.
- Düvel, N., Wolf, A. & Kopiez, R. (2017). Neuromyths in Music Education: Prevalence and Predictors of Misconceptions among Teachers and Students. *Front. Psychol.* 8:629. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00629.
- Ferrero, M., Garaizar, P. & Vadillo, M. A. (2016). Neuromyths in education: Prevalence among Spanish teachers and an exploration of cross-cultural variation. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 496. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00496>
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Basic Books.
- Gardner, R. M. & Dalsing, S. (1986). Misconceptions about psychology among college students. *Teaching of Psychology*, 13, 32–34.
- Geake, J. (2008). Neurotheologies in education, *Educational Research*, 50: 2, p.123-133, DOI: 10.1080 / 00131880802082518.
- Gilovich, T. (1991). *How We Know What Isn't So. The Fallibility of Human Reason in Everyday Life*. The Free Press.
- Gleichgerrcht, E., Lira, B., Salvarezza, F. & Campos, L. (2015). Educational Neuromyths Among Teachers in Latin America in © 2015 International

- Mind, Brain and Education Society and Wiley Periodicals, Inc., 9 (3), 170-179
- Hermida, M. J., Segretin, M. S., Soni, A. & Lipina, S.J. (2016). Conceptions and misconceptions about neuroscience in preschool teachers: a study from Argentina, *Educational Research*, 58 (4) 457-472, DOI: 10.1080/00131881.2016.1238585
- Holmes, J. D. (2016). *Great myths of education and learning*. John Wiley & Sons.
- Howard-Jones, P. (2014). Neuroscience and education: myths and messages in *Nature Reviews Neuroscience*, AOP. doi: 10.1038 / nrn3817.
- Idrissi, A. J., Alami, M., Lamkaddem, A. & Souirti, Z. (2020). Brain knowledge and predictors of neuromyths among teachers in Morocco. *Trends in Neuroscience and Education*, 20, 100135.
- Ivanov, V. K. & Geake, J. G (2003). The Mozart effect and primary school children. *Psychology of Music*, 31(4), 405_413.
- Jiménez Pérez, E. H. & Calzadilla-Pérez, O. O. (2021). Prevalencia de neuromitos en docentes de la Universidad de Cienfuegos. *Ciencias Psicológicas*, 15(1).
- Karakus, O., Howard-Jones, P. & Jay, T. (2015). Primary and secondary school teachers' knowledge and misconceptions about the brain in Turkey. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 1933-1940.
- Macdonald, G., Anderson, C. & McGrath, L. (2017). Dispelling the Myth: Training in Education or Neuroscience Decreases but Does Not Eliminate Beliefs in Neuromyths. *Front. Psychol.* 81314. doi: 10.3389/ fpsyg.2017.01314.
- Maureira, F., Flores, F. E., Castillo Retamal, F., Cortés, M. E., Peña-Troncoso, S., Bahamondes, V. & Cortes, B. (2021). Prevalencia de neuromitos en estudiantes de Pedagogía en Educación Física de Chile.
- Moodie, G. (2016). Universities, disruptive technologies, and continuity in higher education.
- OCDE (2002). *Understanding the Brain: Towards a New Learning Science*. OCDE.
- OCDE (2007). *Understanding the Brain: The Birth of a Learning Science*. New insights on learning through cognitive and brain science. En

- OCDE/CERI International Conference «Learning in the 21st Century: Research, Innovation and Policy».
- Papadatou-Pastou, M., Haliou, E. & Vlachos, F. (2017). Brain Knowledge and the Prevalence of Neuromyths among Prospective Teachers in Greece. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00804.
- Pasquinelli, E. (2012). Neuromyths: Why Do They Exist and Persist? En Journal Compilation © 2012 International Mind, Brain, and Education Society and Blackwell Publishing, 2 (2).
- Pei, X., Howard-Jones, P. A., Zhang, S., Liu, X. & Jin, Y. (2015). Teacher's understanding about the brain in East China. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 3681-3688.
- Ritchie, S. J. & Chudler Della, S. (2012). Don't try this at school: The attraction of «alternative» educational techniques. En S. Della & M. Anderson (Eds.), *Neuroscience in education* (pp. 222-229). Oxford University Press.
- Roberts, R. D. & Lipnevich, A. A. (2012). From general intelligence to multiple intelligences: Meanings, models, and measures. En K. R. Harris, S. Graham, T. Urdan, S. Graham, J. M. Royer & M. Zeidner (Eds.), *APA educational Psychology handbook, vol. 2: Individual differences and cultural and contextual Factors* (pp. 33-57). American Psychological Association.
- Rodrigues, J., Abreu, A. & Castro-Caldas, A. (2013). Neuromyths in education: what is fact and what is fiction for Portuguese teachers? *Educational Research*, 55 (4) 441-453, DOI: 10.1080/00131881.2013.844947.
- Rodriguez, M. C., Ooms, A. & Montanez, M. (2008). Student's' perceptions of online-learning quality given comfort, motivation, satisfaction, and experience. *Journal of Interactive Online Learning* 7(2), 105-125.
- Ruhaak, A. E. & Cook, B. G. (2018). The prevalence of educational neuromyths among preservice special education teachers. *Mind, Brain, and Education*, 12(3), 155-161.
- Tardif, E., Pierre-André, D. & Meylan, N. (2015). Neuromyths Among Teachers and Student Teachers, en 2015 InternationalMind, Brain, and Education Society andWiley Periodicals, Inc 9 (1). 50-60.

- Torres, J. F. F. & Alvarado, J. C. O. (2018). Del conocimiento científico al malentendido. Prevalencia de neuromitos en estudiantes ecuatorianos. *Revista Iberoamericana de Educación*, 78(1), 87-106.
- Varas-Genestier, P. & Ferreira, R. A. (2017). Neuromitos de los profesores chilenos: orígenes y predictores. *Estudios pedagógicos* 43(3), 341-360.
- Waterhouse, L. (2006). Multiple intelligences, the Mozart effect, and emotional intelligence: a critical review. *Educational Psychologist*, 41(4), 207-225.
- Watson, J. M. & Strayer, D. L. (2010). Supertaskers: Profiles in extraordinary multitasking ability. *Psychonomic Bulletin & Review*, 17, 479_485.
- Zhang, R., Jiang, Y., Dang, B. & Zhou, A. (2019, February). Neuromyths in Chinese classrooms: evidence from headmasters in an underdeveloped region of China. *Frontiers in Education* (4).

SÍNTESIS CURRICULAR

Esmeralda Sánchez es profesora e investigadora de la Universidad Pedagógica del Estado de Sinaloa. Estudió la maestría y el doctorado en Educación en la Facultad de Ciencias de la Educación en la Universidad Autónoma de Sinaloa. Ha participado en congresos del Consejo Mexicano de Investigación Educativa (COMIE) y ha realizado investigaciones en formación inicial, análisis de prevalencia de creencias erróneas en educación y su relación con el pensamiento racional y evaluación psicométrica de instrumentos. Correo electrónico: esmeralda.sanchez@upes.edu.mx.